

PCT/T 03 / 003 68



#2

ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT

A-1200 Wien, Dresdner Straße 87

RECEIVED	
22 JAN 2004	
WIPO	PCT

Kanzleigebühr € 11,00
Schriftengebühr € 52,00

Aktenzeichen **GM 838/2002**

Das Österreichische Patentamt bestätigt, dass

**die Firma TECHNOPLAST KUNSTSTOFFTECHNIK GMBH
in A-4563 Micheldorf, Am Kreuzfeld 13
(Oberösterreich),**

am **12. Dezember 2002** eine Gebrauchsmusteranmeldung betreffend

**"Verfahren zur Regelung der Vakuumversorgung von
Kalibrierwerkzeugen",**

überreicht hat und dass die beigeheftete Beschreibung mit der
ursprünglichen, zugleich mit dieser Gebrauchsmusteranmeldung
überreichten Beschreibung übereinstimmt.

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Österreichisches Patentamt
Wien, am 22. Dezember 2003

Der Präsident:



HRNCIR
Fachoberinspektor

GM

838/2002

Ultext

(51) Int. Cl. :

10443

AT GEBRAUCHSMUSTERSCHRIFT (11) Nr. :

U

(Bei der Anmeldung sind nur die eingerahmten Felder auszufüllen - bitte fett umrandete Felder unbedingt ausfüllen!)

(73) Gebrauchsmusterinhaber:

TECHNOPLAST KUNSTSTOFFTECHNIK GMBH
in Micheldorf (AT)

(54) Titel :

Verfahren zur Regelung der Vakuumversorgung von Kalibrierwerkzeugen

(61) Abzweigung von

(66) Umwandlung von

(62) gesonderte Anmeldung aus (Teilung):

(30) Priorität(en):

(72) Erfinder:

(22) (21) Anmeldetag, Aktenzeichen:

12. Dezember 2002,

(42) Beginn des Schutzes:

(45) Ausgabetag:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung der Vakuumversorgung von Kalibrierwerkzeugen, umfassend mindestens ein Trockenkalibrierwerkzeug und mindestens ein Kalibrierbad, bei dem mindestens eine Vakuumpumpe mit einem Kalibrierwerkzeug in Verbindung gebracht wird, um Luft aus dem Kalibrierwerkzeug abzusaugen, wobei der Druck im Kalibrierwerkzeug durch ein Regelventil auf einen Sollwert geregelt wird.

Eine Extrusionslinie zur Erzeugung von Kunststoffprofilen besteht üblicherweise aus einem Extruder mit einer Extrusionsdüse, an dem Kalibrierwerkzeuge anschließen, um das erzeugte Profil zu kalibrieren und abzukühlen. Unmittelbar stromabwärts der Extrusionsdüse werden meist sogenannte Trockenkalibrierwerkzeuge eingesetzt, das sind im Allgemeinen wassergekühlte Metallblöcke mit einer der Außenkontur des Profils entsprechenden Kalibrieröffnung, an die seitlich Vakuumschlitze anschließen. Die Vakuumschlitze stehen mit Vakuumpumpen in Verbindung, um das Profil an die Wand des Kalibrierkanals anzupressen, damit durch einen innigen Kontakt des noch weichen Profils mit der Wand des Kalibrierkanals einerseits die gewünschte Form des Profils sichergestellt wird und andererseits ein guter Wärmeübergang und damit eine schnelle Abkühlung erreicht wird. An die Trockenkalibrierwerkzeuge schließen Kalibrierbäder an, das sind Wannen, in denen das nunmehr zumindest teilweise erstarrte Profil durch direkten Kontakt mit einem Kühlmedium weiter abgekühlt wird, wobei in den Wannen Kalibrierblenden angeordnet sind, um das Profil zu führen und dimensionsmäßig stabil zu halten. Auch in den Wannen liegt ein Unterdruck vor, um einen sicheren Kontakt des Profils mit den Kalibrierblenden zu gewährleisten.

Üblicherweise wird jedes Kalibrierwerkzeug an eine oder mehrere Vakuumpumpen angeschlossen, um den erforderlichen Unterdruck herzustellen. Die Vakuumpumpen müssen dabei auf den maximalen Bedarf hin ausgelegt werden, der sich aus dem Anfahrzustand, d.h. beim Produktionsstart ergibt, wenn die Profilaußenkontur erstmals an die Werkzeugoberfläche angesaugt werden muss. Daraus ergibt sich der Nachteil, dass in den meisten Betriebszuständen von den Vakuumpumpen ein zu starkes Vakuum erzeugt wird, das entsprechend vermindert werden muss, um Schäden am Profil zu vermeiden. Da Vakuumpumpen im Allgemeinen sehr schlecht regelbar sind, wird die Druckerhöhung, das heißt die Verringerung des Unterdrucks bei bekannten Werkzeugen im Allgemeinen dadurch bewirkt, dass ein Regelventil vorgesehen ist, das einen Vakuumraum des Werkzeugs mit der Umgebung verbindet. Wenn der Druck im Werkzeug unter einen bestimmten Sollwert absinkt, dann wird das Regelventil geöffnet, um gezielt

Falschlucht zuzuführen und somit den Druck in dem gewünschten Bereich zu halten. Die Regelung kann dabei automatisiert oder manuell erfolgen.

Mit dem beschriebenen Verfahren ist es zwar möglich, den Druck innerhalb eines Werkzeugs auf einem vorbestimmten Druckniveau zu halten, der Energieaufwand ist jedoch relativ hoch. In modernen Kalibrierwerkzeugen wird ein Großteil der erforderlichen Energie von der Vakuumversorgung verbraucht.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, den Energieaufwand zu verringern und ein Verfahren zur Druckregelung anzugeben, bei dem ohne bedeutenden apparativen Mehraufwand eine signifikante Energieeinsparung erzielt wird.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Genauigkeit bei der Einstellung des Unterdrucks in den einzelnen Kalibrierwerkzeugen zu erhöhen, um dadurch eine Steigerung der Qualität des hergestellten Profils zu erreichen.

Erfindungsgemäß werden diese Aufgaben dadurch gelöst, dass mehrere Vakuumpumpen Luft aus einem gemeinsamen Druckbehälter absaugen und dass die Luft aus mindestens einem Trockenkalibrierwerkzeug über ein erstes Regelventil in den gemeinsamen Druckbehälter abgesaugt wird und dass weiters die Luft aus mindestens einem Kalibrierbad über ein zweites Regelventil in den gemeinsamen Druckbehälter abgesaugt wird. Wesentlich an der vorliegenden Erfindung ist, dass die Regelung des Drucks in den einzelnen Kalibrierwerkzeugen nicht über eine Falschluchtzufuhr aus der Umgebung erfolgt, sondern dass die Druckregelung in dem Strömungsweg zwischen dem Kalibrierwerkzeug und den Vakuumpumpen erfolgt. Ein weiterer wesentlicher Aspekt des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass nicht einzelne Vakuumpumpen mit einzelnen Werkzeugen verbunden sind, sondern, dass zwischen den Vakuumpumpen und den Werkzeugen ein gemeinsamer Druckbehälter zwischengeschaltet ist. Die unterschiedlichen Druckniveaus, die für die einzelnen Kalibrierwerkzeuge erforderlich sind, werden durch Regelventile eingestellt, die zwischen dem gemeinsamen Druckbehälter und den einzelnen Kalibrierwerkzeugen angeordnet sind. Auf diese Weise müssen die Vakuumpumpen nur die wirklich für die Aufrechterhaltung des Vakuums notwendige Leistung erbringen, die durch die unvermeidbaren Falschluchtströme größtenteils an den Eintritts- und Austrittsquerschnitten des Profils vorgegeben ist.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass der Unterdruck in den Kalibrierwerkzeugen mit geringerer Schwankungsbreite regelbar ist, so dass eine Qualitätserhöhung der hergestellten Profile erreicht werden kann.

Die Druckregelung im Trockenkalibrierwerkzeug kann insbesondere dadurch wesentlich vereinfacht werden, dass die Luft aus dem Trockenkalibrierwerkzeug über einen ersten Wasserabscheider abgesaugt wird, der dem ersten Regelventil vorgeschaltet ist. Der Wasserabscheider dient dabei nicht nur zur Abscheidung des mit der Luft gemeinsam abgesaugten Wassers oder Kühlmediums, sondern auch als Pufferspeicher, der allzu schnelle Druckänderungen ausgleicht und verhindert. In gleicher Weise ist es bevorzugt, wenn die Luft aus dem Kalibrierbad über einen zweiten Wasserabscheider abgesaugt wird, der dem zweiten Regelventil vorgeschaltet ist.

Eine besonders energiesparende und kostengünstige Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gegeben, dass an dem gemeinsamen Druckbehälter mehrere Vakuumpumpen angeschlossen sind und dass die Druckregelung in dem gemeinsamen Druckbehälter durch Ein- bzw. Ausschalten einzelner Vakuumpumpen durchgeführt wird. Auf diese Weise kann jede Vakuumpumpe stets im optimalen Betriebspunkt arbeiten. Wenn der Druck über eine zulässige Höchstgrenze ansteigt, wird eine zusätzliche Vakuumpumpe zugeschaltet, und umgekehrt wird bei einem Absinken des Drucks unter einen unteren Grenzwert eine Vakuumpumpe abgeschaltet, um den Druck im gemeinsamen Druckbehälter im zulässigen Bereich zu halten. Der Druck im gemeinsamen Druckbehälter wird dabei bevorzugt so eingestellt, dass auch das Werkzeug mit dem höchsten Vakuumbedarf ausreichend bedient werden kann. Es ist daher vorgesehen, dass die Druckregelung in dem gemeinsamen Druckbehälter von einem Sollwert ausgeht, der dem Minimalwert der in den einzelnen Kalibrierwerkzeugen einzustellenden Druck entspricht oder diesen geringfügig unterschreitet.

Weiters betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur regelbaren Vakuumversorgung von Kalibrierwerkzeugen, umfassend mindestens ein Trockenkalibrierwerkzeug und mindestens ein Kalibrierbad, mit mindestens einer Vakuumpumpe und mit mindestens einem Regelventil. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass ein gemeinsamer Druckbehälter vorgesehen ist, der mit mindestens einem Trockenkalibrierwerkzeug über ein erstes Regelventil verbunden ist und der mit mindestens einem Kalibrierbad über ein zweites Regelventil verbunden ist. Wie oben bereits erläutert, ist es für die Erfindung wesentlich, dass die Regelventile nicht zwischen den Kalibrierwerkzeugen und der Umgebung, sondern zwischen den Kalibrierwerkzeugen und dem gemeinsamen Druckbehälter vorgesehen sind.

Energetisch besonders bevorzugt ist es, wenn das Trockenkalibrierwerkzeug luftseitig ausschließlich mit dem gemeinsamen Druckbehälter in Verbindung steht und wenn das Kalibrierbad luftseitig ausschließlich mit dem gemeinsamen Druckbehälter in Verbindung steht. Auf diese Weise können Energieverluste durch die

Regelventile weitgehend vermieden werden. Ein besonders günstiges Betriebsverhalten kann dadurch erreicht werden, dass vorzugsweise der gemeinsame Druckbehälter mindestens ein Volumen aufweist, das der nominellen Förderleistung aller Vakuumpumpen von ein bis fünf Sekunden bei dem Druck-Sollwert des gemeinsamen Druckbehälters entspricht. Insbesondere können auf diese Weise die Druckschwankungen durch das alternierende Ein- und Ausschalten einzelner Vakuumpumpen in engen Grenzen gehalten werden. Weiters ist es in diesem Zusammenhang günstiger, wenn die Anzahl der Vakuumpumpen zwischen drei und fünf beträgt. Auf diese Weise wird bei vertretbarem apparativem Aufwand eine ausreichend feine Abstufung der Gesamtleistung der Vakuumpumpen gewährleistet.

In der Folge wird die Erfindung anhand des in der Figur dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Die Figur zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Vorrichtung, die auf eine Extrusionslinie angewendet ist.

Die Extrusionslinie der Figur besteht aus einem Extruder 1 mit einer Extrusionsdüse 2 zur Herstellung eines Kunststoffprofils 3. Das Kunststoffprofil 3 wird in einem ersten Trockenkalibrierwerkzeug 4a abgekühlt und kalibriert. Stromabwärts des ersten Trockenkalibrierwerkzeugs 4a ist ein weiteres Trockenkalibrierwerkzeug 4b angeordnet, an das auf stromabwärtiger Seite ein Kalibrierbad 5a mit einer Vielzahl von Blenden 6 anschließt, dem gegebenenfalls weitere Kalibrierbäder folgen, wie etwa im vorliegenden Ausführungsbeispiel das weitere Kalibrierbad 5b. Ein schematisch dargestellter Raupenabzug 7 dient dazu, die erforderliche Zugkraft am Profil 3 bereitzustellen.

Die Trockenkalibrierwerkzeuge 4a, 4b stehen über Vakuumleitungen 8a, 8b mit einem ersten Wasserabscheider 9 in Verbindung. In gleicher Weise sind die Kalibrierbäder 5a, 5b über Vakuumleitungen 10a, 10b mit einem zweiten Wasserabscheider 11 verbunden. Die Wasserabscheider 9, 11 dienen dazu, ein gegebenenfalls gemeinsam mit der abgesaugten Luft mitgerissenes Kühlmittel abzuscheiden, um Leistungsverluste der Vakuumpumpen und Störungen der Regelventile durch mitgeführtes Kühlmedium zu vermeiden. Eine weitere Funktion der Wasserabscheider ist die von Pufferbehältern, die Druckschwankungen aufnehmen und ausgleichen können, um das Regelverhalten zu verbessern.

Die Wasserabscheider 9, 11 stehen jeweils über eine Saugleitung 12, 14 mit einem gemeinsamen Druckbehälter 16 in Verbindung. In den Saugleitungen 12, 14 ist jeweils ein Druckregelventil 13, 15 vorgesehen, das dazu dient, den Druck in den Wasserabscheidern 9, 11 weitgehend unabhängig von dem Druck in dem

gemeinsamen Druckbehälter 16 einstellen zu können. An den Druckbehälter 16 sind insgesamt vier Vakuumpumpen 17a, 17b, 17c, 17d angeschlossen, um den erforderlichen Unterdruck im gemeinsamen Druckbehälter aufbauen zu können. Die Vakuumpumpen 17a, 17b, 17c, 17d stehen über Steuerleitungen 18 mit einer Regelungseinrichtung 19 in Verbindung. Weiters sind in den Wasserabscheidern 9, 11 Drucksensoren 20, 22 vorgesehen, die jeweils über Signalleitungen 21, 23 mit der Regelungseinrichtung 19 in Verbindung stehen. Ein weiterer Drucksensor 24 erfasst den Druck im gemeinsamen Druckbehälter 16 und steht über eine Signalleitung 25 ebenfalls mit der Regelungseinrichtung 19 in Verbindung. Die Regelventile 13, 15 werden von der Regelungseinrichtung 19 ebenfalls über Steuerleitungen 26, 27 angesteuert.

In weiterer Folge können mittels zusätzlicher Regelungsventile 30a, 30b mit den zugehörigen Steuerleitungen 32a, 32b in den Trockenkalibrierwerkzeugen 4a, 4b unterschiedliche Unterdrücke realisiert werden. Mittels zusätzlicher Regelungsventile 31a, 31b und Steuerleitungen 33a, 33b können auch in den Kalibrierbädern 5a, 5b unterschiedliche Unterdrücke erzeugt werden.

Abgeschiedenes Kühlmedium wird aus den Wasserabscheidern 9 und 11 mittels der Wasserpumpen 28a und 28b, die über Steuerleitungen 29a und 29b mit der Steuerungseinheit 19 in Verbindung stehen, in einen zentralen Wasserbehälter 36 oder in einen Kühlmedienrücklaufkanal abgesaugt und mittels Förderleitungen 35a und 35b gefördert.

Mitgefördertes Kühlmedium der Vakuumpumpen 17a bis 17d wird ebenfalls in den zentralen Wasserbehälter 36 oder in einen Kühlmedienrücklaufkanal mittels Förderleitungen 34a bis 34d gefördert.

Frisches Kühlmedium wird mit einer Förderleitung 37 zugefördert, überschüssiges Kühlmedium wird über eine Abflussleitung 38 abgefördert. Aus dem Kühlmedientank 36 fördert eine Kühlmedienpumpe 39 mittels der Saugleitung 40a und der Druckleitung 40b Kühlmedium zu den Trockenkalibern 4a, 4b und zu den Kühlwannen der Kalibrierbäder 5a, 5b.

In der Folge wird der Betrieb der erfindungsgemäßen Vorrichtung anhand des dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Um einen optimal ablaufenden Extrusionsvorgang zu erreichen, bei dem eine bestmögliche Profilqualität erzielt wird, ist es erforderlich, in den Kalibrierwerkzeugen 4a, 4b; 5 einen vorbestimmten Unterdruck möglichst genau einzustellen. Der Unterdruck liegt bei den Trockenkalibrierwerkzeugen 4a, 4b im Allgemeinen bei etwa 0,15 bar absolut und beim Kalibriertank bei etwa 0,8 bar absolut.

Bei diesen Werten handelt es sich jedoch nur um grobe Richtwerte, da die genauen Werte von einer Vielzahl von Parametern abhängen, wie etwa Art und Größe des Profil, Extrusionsgeschwindigkeit, Typ des Werkzeugs und dergleichen. Die erforderlichen Drücke können anfänglich von Fachleuten auf dem Gebiet grob abgeschätzt werden, und werden im Anschluss daran bei der Abstimmung des Werkzeugs durch Versuche genauer festgelegt. Bei dem in der Figur dargestellten Ausführungsbeispiel wird angenommen, dass die beiden Trockenkalibrierwerkzeuge 4a, 4b an einem gemeinsamen Wasserabscheider 9 angeschlossen sind und dementsprechend mit dem gleichen Unterdruck beaufschlagt werden. Falls im Einzelfall eine getrennte Regelung der beiden Trockenkalibrierwerkzeuge 4a, 4b erforderlich ist, kann dies in einfacher Weise dadurch realisiert werden, dass jedem Trockenkalibrierwerkzeug 4a, 4b ein eigener Wasserabscheider mit einem eigenen Regelventil zugeordnet ist. In gleicher Weise können mehrere Kalibrierbäder 5 vorgesehen sein, die ebenfalls gemeinsam oder getrennt regelbar ausgeführt sind.

In der Regelungseinrichtung 19 ist zunächst ein Sollwert für den Druck im gemeinsamen Druckbehälter 16 vorgegeben, der dem niedrigsten erforderlich Druck in einem der Kalibrierwerkzeuge 4a, 4b; 5 entspricht oder diesen Druck geringfügig, das heißt beispielsweise um 0,01 bar unterschreitet. Um diesen Druck aufzubauen, werden zunächst sämtliche Vakuumpumpen 17a, 17b, 17c, 17d in Betrieb gesetzt und nach Erreichen des Druckniveaus teilweise abgeschaltet. In weiterer Folge wird das Druckniveau durch Abschalten bzw. Einschalten einzelner Vakuumpumpen 17a, 17b, 17c, 17d im Bereich des Sollwertes gehalten. Auf diese Weise kann ein Teillastbetrieb der Vakuumpumpen 17a, 17b, 17c, 17d vermieden werden. Über die Regelventile 13, 15 kann der Druck in den Wasserabscheidern 9, 11 und damit in den Kalibrierwerkzeugen 4a, 4b; 5 im Bereich der Sollwerte gehalten werden, die durch eine Bedienungsperson oder eine andere Regeleinrichtung vorgegeben sind. Es ist auch möglich, die Regelventile 13, 15 händisch zu betätigen, falls dies in Spezialfällen erforderlich ist. Wesentlich ist, dass es an den Kalibrierwerkzeugen 4a, 4b; 5 keine Regelventile oder dergleichen gibt, die eine gezielte Falschlufzufuhr bewirken.

Die vorliegende Erfindung ermöglicht es, den Energiebedarf von Extrusionslinien durch Verringerung des Aufwands für die Vakuumbereitstellung wesentlich zu verringern. Weiters kann durch das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung eine genauere Regelung des Unterdrucks in den Kalibrierwerkzeugen erreicht werden.

ANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Regelung der Vakuumversorgung von Kalibrierwerkzeugen (4a, 4b; 5a, 5b), umfassend mindestens ein Trockenkalibrierwerkzeug (4a, 4b) und mindestens ein Kalibrierbad (5a, 5b), bei dem mindestens eine Vakuumpumpe (17a, 17b, 17c, 17d) mit einem Kalibrierwerkzeug (4a, 4b; 5a, 5b) in Verbindung gebracht wird, um Luft aus dem Kalibrierwerkzeug (4a, 4b; 5a, 5b) abzusaugen, wobei der Druck im Kalibrierwerkzeug (4a, 4b; 5a, 5b) durch ein Regelventil (13, 15) auf einen Sollwert geregelt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Vakuumpumpen (17a, 17b, 17c, 17d) Luft aus einem gemeinsamen Druckbehälter (16) absaugen und dass die Luft aus mindestens einem Trockenkalibrierwerkzeug (4a, 4b) über ein erstes Regelventil (13) in den gemeinsamen Druckbehälter (16) abgesaugt wird und dass weiters die Luft aus mindestens einem Kalibrierbad (5a, 5b) über ein zweites Regelventil (15) in den gemeinsamen Druckbehälter (16) abgesaugt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Luft aus dem Trockenkalibrierwerkzeug (4a, 4b) über einen ersten Wasserabscheider (9) abgesaugt wird, der dem ersten Regelventil (13) vorgeschaltet ist.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Luft aus dem Kalibrierbad (5a, 5b) über einen zweiten Wasserabscheider (11) abgesaugt wird, der dem zweiten Regelventil (15) vorgeschaltet ist.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass an dem gemeinsamen Druckbehälter (16) mehrere Vakuumpumpen (17a, 17b, 17c, 17d) angeschlossen sind und dass die Druckregelung in dem gemeinsamen Druckbehälter (16) durch Ein- bzw. Ausschalten einzelner Vakuumpumpen (17a, 17b, 17c, 17d) durchgeführt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckregelung in dem gemeinsamen Druckbehälter (16) von einem Sollwert ausgeht, der dem Minimalwert der in den einzelnen Kalibrierwerkzeugen (4a, 4b; 5a, 5b) einzustellenden Druck entspricht oder diesen geringfügig unterschreitet.
6. Vorrichtung zur regelbaren Vakuumversorgung von Kalibrierwerkzeugen (4a, 4b; 5a, 5b), umfassend mindestens ein Trockenkalibrierwerkzeug (4a, 4b) und mindestens ein Kalibrierbad (5a, 5b), mit mindestens einer Vakuumpumpe (17a, 17b, 17c, 17d) und mit mindestens einem Regelventil (13,

15), **dadurch gekennzeichnet**, dass ein gemeinsamer Druckbehälter (16) vorgesehen ist, der mit mindestens einem Trockenkalibrierwerkzeug (4a, 4b) über ein erstes Regelventil (13) verbunden ist und der mit mindestens einem Kalibrierbad (5a, 5b) über ein zweites Regelventil (15) verbunden ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass stromaufwärts des ersten Regelventils (13) ein erster Wasserabscheider (9) vorgesehen ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass stromaufwärts des zweiten Regelventils (15) ein zweiter Wasserabscheider (11) vorgesehen ist.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Vakuumpumpen (17a, 17b, 17c, 17d) in Parallelschaltung mit dem gemeinsamen Druckbehälter (16) verbunden sind.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Regelungseinrichtung (19) vorgesehen ist, die den Druck im gemeinsamen Druckbehälter (16) durch Ein- bzw. Ausschalten einzelner Vakuumpumpen (17a, 17b, 17c, 17d) regelt.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Trockenkalibrierwerkzeug (4a, 4b) luftseitig ausschließlich mit dem gemeinsamen Druckbehälter (16) in Verbindung steht.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kalibrierbad (5a, 5b) luftseitig ausschließlich mit dem gemeinsamen Druckbehälter (16) in Verbindung steht.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der gemeinsame Druckbehälter (16) mindestens ein Volumen aufweist, das der nominellen Förderleistung aller Vakuumpumpen (17a, 17b, 17c, 17d) von ein bis fünf Sekunden bei dem Druck-Sollwert des gemeinsamen Druckbehälters (16) entspricht.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anzahl der Vakuumpumpen (17a, 17b, 17c, 17d) zwischen drei und fünf beträgt.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung der Vakuumversorgung von Kalibrierwerkzeugen (4a, 4b; 5a, 5b), umfassend mindestens ein Trockenkalibrierwerkzeug (4a, 4b) und mindestens ein Kalibrierbad (5a, 5b), bei dem mindestens eine Vakuumpumpe (17a, 17b, 17c, 17d) mit einem Kalibrierwerkzeug (4a, 4b; 5a, 5b) in Verbindung gebracht wird, um Luft aus dem Kalibrierwerkzeug (4a, 4b; 5a, 5b) abzusaugen, wobei der Druck im Kalibrierwerkzeug (4a, 4b; 5a, 5b) durch ein Regelventil (13, 15) auf einen Sollwert geregelt wird. Eine Verringerung des Energiebedarfs und eine Erhöhung der Profilqualität kann dadurch erreicht werden, dass mehrere Vakuumpumpen (17a, 17b, 17c, 17d) Luft aus einem gemeinsamen Druckbehälter (16) absaugen und dass die Luft aus mindestens einem Trockenkalibrierwerkzeug (4a, 4b) über ein erstes Regelventil (13) in den gemeinsamen Druckbehälter (16) abgesaugt wird und dass weiters die Luft aus mindestens einem Kalibrierbad (5a, 5b) über ein zweites Regelventil (15) in den gemeinsamen Druckbehälter (16) abgesaugt wird. Weiters betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung des obigen Verfahrens.